

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GEOTEHNIČKI FAKULTET

IVANA PEKAŽ

**UZROCI NASTANKA PRIRODNIH JEZERA U KRŠKIM PODRUČJIMA  
HRVATSKE**

ZAVRŠNI RAD

VARAŽDIN, 2018

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GEOTEHNIČKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

UZROCI NASTANKA PRIRODNIH JEZERA U KRŠKIM PODRUČJIMA  
HRVATSKE

KANDIDAT:  
IVANA PEKAŽ

MENTOR:  
Prof. dr.sc. SANJA KAPELJ

VARAŽDIN, 2018

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni rad pod naslovom

UZROCI NASTANKA PRIRODNIH JEZERA U KRŠKIM PODRUČJIMA

HRVATSKE

(naslov završnog rada)

Rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom prof.dr.sc. Sanje Kapelj

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, \_\_\_\_\_

Ivana Pekaž

(Ime i prezime)

89058280893

(OIB)

\_\_\_\_\_

(Vlastoručni potpis)

IME I PREZIME AUTORA: Ivana Pekaž

NASLOV RADA: Uzorci nastanka prirodnih jezera u krškim područjima u Hrvatskoj

SAŽETAK RADA: Jezera su vodom ispunjene prirodne depresije na kopnu, koje nemaju neposredne veze s morem. S obzirom na porijeklo jezera, ona se dijele na prirodna i umjetna. U nastanku jezera sudjeluje mnogo različitih prirodnih čimbenika. Jedni od tih čimbenika su geološki, morfološki, strukturni i hidrogeološki čimbenici, zatim utjecaji djelovanja ledenjaka, potresa, odrona, vulkanske erupcije koji su uzrokovali stvaranje morfoloških oblika u kojima se voda akumulira prirodnim putem.

Hrvatska ne obiluje velikim jezerima ali mnoga od njih predstavljaju zaštićena područja zbog svojih iznimnih prirodnih obilježja. Najviše prirodnih jezera nalazi se u krškom dijelu Hrvatske. Ta jezera su nastala različitim procesima. Tako da postoje jezera koja su nastala dominantno morfološkim erozijskim procesima – pretežito sufozijom, zatim procesima sedrenja u morfološki predisponiranim uvjetima, a neka su nastala pretežito glacio-eustaičkim procesom, odnosno dizanjem razine mora uslijed klimatskog zatopljenja nakon zadnjeg ledenog doba.

KLJUČNE RIJEČI: krška jezera, nastanak, Hrvatska

## **SADRŽAJ:**

1. UVOD.....	6
2. OPĆENITO O POSTANKU JEZERA .....	3
3. PRIRODNA JEZERA NA PODRUČJU HRVATSKE.....	8
3.1. Krška jezera.....	10
3.1.1. Krška jezera nastala procesima sedrenja .....	12
3.1.2. Krška jezera nastala morfološkim procesima (sufozijom) .....	14
3.1.3. Krška jezera nastala pod utjecajem mora .....	19
3.2. Ledenjačka jezera (nastale djelovanjem ledenjaka).....	23
4. KORIŠTENJE JEZERA I PRISTUP NJIHOVOJ ZAŠTITI.....	25
5. RASPRAVA .....	26
6. ZAKLJUČAK.....	27
7. LITERATURA .....	28

## 1.UVOD

Jezera i njihove obale su jedinstvene prirodne ljepote koje su uvelike važne za ekosustav ljudi i prirode. Ljudi koji žive uz jezera i njihove obale ovise o njihovoj bioraznolikosti, prirodnim procesima po pitanju vode, hrane i općenito načina života.

Jezera su vodom ispunjene prirodne depresije na kopnu, koje nemaju neposredne veze s morem. Većina jezera su slatkovodna i smještena su na sjevernoj polutki na višim geografskim širinama. Jezera čine oko 0,26% ukupne količine slatke vode na Zemlji. Sva jezera na Zemljiprekrivaju oko 2 100 000 km<sup>2</sup> površine, te sadrže približno 180 000 km<sup>3</sup> vode. Jezera mogu biti prirodna i umjetna [1].

Hrvatska je zemlja koja nije toliko bogata jezerima, kako prirodnim tako i umjetnim, a ima ih sveukupno 27.Od toga broja gotovo polovina otpada na umjetna jezera izgrađena u dvadesetom stoljeću.Jedno od najpoznatijih hrvatskih jezerskih sustavasu Plitvička jezera koja su i u svijetu poznata. Plitvička jezera su ujedno i Nacionalni park pod zaštitom UNESCO-a od 8. travnja 1949. godine. Slapovi Plitvičkih jezera vide se na slici 1. [1].

Naše najveće prirodno jezero je Vransko jezero kod Biograda.Vransko jezero kod Biograda je 22. srpnja 1999. godine proglašeno Parkom prirode. U Hrvatskoj je najdublje Crveno jezero koje je prema nekim podacima i najdublje jezero u Europi. Njegova dubina iznosi 287 metara [5].



Slika 1. Plitvička jezera(*preuzeto iz: [18]*)

Hrvatska krška područja pripadaju tipu krša umjerenih širina koji se ističe debelim (i do 8 km) karbonatnim mezozojskim i paleogenskim sedimentima, što uz naglašenu tektonsku razlomljenost utječe na podjednaku zastupljenost horizontalnih i vertikalnih oblika speleoloških objekata [2].

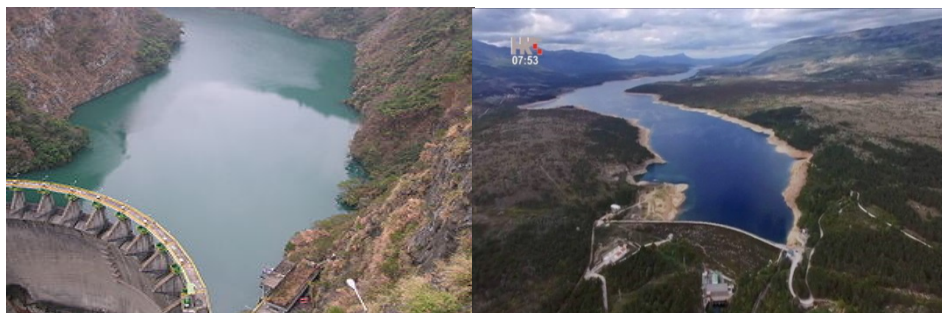
Stijene od kojih je pretežito građen krš, vapnenci, vrlo slabo zadržavaju vodu na svojoj površini zbog velike propusnosti nastale procesima okršavanja. Zbog toga su jezera u kršu rijedak fenomen. Cilj ovog završnog rada je klasificirati prirodna jezera prema nastanku, objasniti njihov nastanak i osnovna obilježja, ocijeniti utjecaj jezera na prirodu i predložiti pristup njihovoj zaštiti.

## 2. OPĆENITO O POSTANKU JEZERA

*Limnologija je znanost o jezerima i slatkim vodama stajaćicama. U izučavanje voda koje miruju uključeni su hidrološki fenomeni, a naročito su naglašene analize utjecaja na okoliš [3].*

Limnologija dijeli jezera prema nastanku, dinamici jezerske vodene mase u zavisnostiod klimatskih i sezonskih karakteristika i stupnju trofičnosti.

S obzirom na postanak jezera, jezera mogu nastati umjetnim i prirodnim putem. Umjetna jezera nastaju antropogenim djelovanjem. Umjetno jezero ili akumulacija je nastao potapanjem područja iza brane. Ona su uglavnom akumulacijski spremnici slatke vode za različite namjene kao što su ribnjaci, navodnjavanje, hidroelektrane i dr. Umjetna jezera nastaju i zbog potrebe vodoopskrbe te iskopavanja mineralnih sirovina, obično klastičnih sedimenata: šljunka, pijeska i gline. Na slici 2. ispod je prikazan primjer umjetnog jezera Jhonghua na rijeci Dahan na Tajvanu i Peručko jezero u Hrvatskoj.



Slika 2. Umjetno jezero Jhonghua (desno) i Peručko jezero s branom (lijevo) (Preuzeto iz: [19])

Jezera vodu dobivaju oborinama, utokom rijeke, površinskim otjecanjem u slivu, izviranjem izvora koji se nalaze na obali ili unutar jezerskoga bazena, a vodu mogu gubiti evaporacijom te površinskim i podzemnim otjecanjem [4].

Premakemijskom sastavu jezera mogu biti slatkovodna, brakična i slana. Jezera postaju brakična ili slana u aridnim područjima gdje je isparavanje jezerske vode veće od dotoka svježije vode, te dolazi do postupnog porasta koncentracije otopljenih tvari u



vodi. U određenim geološkim i strukturnim odnosima, brakična jezera nastaju također i u priobalnim područjima koja su pod utjecajem mora. Brakična jezera sadrže između 1 i 10 g/L otopljenih tvari, a ona koja imaju više od 10 g/L nazivaju se slana jezera [4].

Jezera se klasificiraju i prema temperaturnim svojstvima vode od najtoplijih prema najhladnijima, izdvajaju se tropska, suptropska, jezera umjerenog pojasa, subpolarnih i polarnih krajeva.

Prema odnosu razine vode u jezeru i razine mora razlikujemo depresijska jezera i kriptodepresijska jezera. Depresijska su jezera kojima su i dno i površina ispod morske razine, a kriptodepresijska jezera su jezera čije je dno ispod, a površina iznad razine mora. Najpoznatije depresijsko jezero na svijetu je Mrtvo more u Izraelu [5].

U postanku jezera sudjeluje mnogo različitih prirodnih čimbenika. Jedni od tih čimbenika su ledenjaci, potresi, odroni, eksplozije vulkanakoji su uzrokovali stvaranje jezera te se voda prirodnim putem sakupljala. Prirodna jezera dijelimo prema podrijetlu na tektonska, vulkanska, ledenjačka, krška i meteorska.

Tektonska jezera su jezera nastala u udubinama nastalim tektonskim pokretima. Jezera tektonskog nastanka neka su od najvećih i najdubljih jezera na Zemlji poput na primjer jezera Tanganjika u Africi i Bajkalsko jezero u Rusiji koje je prikazano na slici 3.[6].



Slika 3. Bajkalsko jezero (Preuzeto iz: [20])

Vulkanska jezera su jezera koja ispunjavaju kratere nekadašnjih vulkana. Vulkanskom aktivnošću stvoreno je vulkansko grotlo, odnosno udubina koja se poslije, nakon što se

lava ohladila i skrutnula napunila vodom pretežito oborinskog porijekla. Jezera, koja ispunjavaju grotla vulkana, najčešće imaju kružni oblik. U susjednoj Italiji najpoznatija vulkanska jezera su Bracciano i Nemi koje je prikazano na slici 4., a u SAD Crater Lake u državi Oregon[6].



Slika 4. Nemi jezero (*Preuzeto iz: [21]*)

Ledenjačka jezera su nastala u udubinama stvorenim erozivnim djelovanjem ledenjaka. Ledenjaci imaju veliku mehaničku erozivnu moć i uspijevaju udubiti i najčvršće stijene stvarajući doline u kojima će se smjestiti. Kad se ledenjak otopi, iza sebe ostavlja jednu ili više udubljenja koje će se možda poslije napuniti vodom oborinama [6]. Na slici 5. prikazan je primjer ledenjačkog jezera.



Slika 5. Ledenjačko jezero (*Preuzeto iz: [22]*)

Krškajezera nastala su krškim erozijskim procesima. Onamogu nastati u različitim prirodnim uvjetima, na primjer jezera nastalih taloženjem sedrenih barijera, jezera koja stalno ili povremeno vodom ispunjavaju krška polja i jezera nastala sufozijom[7]. Jezera nastala sufozijom u Hrvatskoj su npr. Crveno jezero i Modro jezero kod Imotskog koje je prikazano na slici 6.



Slika 6. Modro jezero(*Preuzeto iz: [23]*)

Meteorska jezera su nastala meteoritskim impaktima koji su osim udubina na površini Zemlje istisnuli i velike količine magme i piroklastičnog materijala. Primjer takvog jednog meteorskog jezera je jezero Siljan u Švedskoj prikazanog na slici 7 [8].



Slika 7. Jezero Siljan(*Preuzeto iz: [24]*)

Svaki jezerski sustav dijeli se na litoralnu zonu, zonu otvorene vode ili epilimnij i zonu duboke vode ili hipolimnij. Litoralnu zonu karakterizira nagnuto područje blizu obale, zona otvorene vode ili epilimnij karakterizira utjecaj sezonskih i vegetacijskih prilika, dok zona duboke vode ili hipolimnij karakterizira malo dopiranja sunčeve svjetlosti i toplinske energije. Svjetlost koja može doći u dubinu jezera ovisi o gustoći vode, mineralizaciji i sadržaj dispergiranih krutih čestica. Čestice mogu biti sedimentarnog ili biološkog podrijetla i odgovorne su za boju vode. Žuta ili smeđa boja u jezerima nastaje zbog raspadnutih biljnih tvari, dok su alge odgovorne za zelenkastu boju vode. U vrlo plitkim vodama željezni oksidi daju vodi crvenkasto smeđu boju [7, 9].



### 3.PRIRODNA JEZERA NA PODRUČJU HRVATSKE

U Hrvatskoj ima prirodnih i umjetnih jezera, kao što je prikazano na slici 8.



Slika 8. Karta prirodnih i umjetnih jezera u Hrvatskoj(*Preuzeto iz:[25]*)

Prirodna jezera u Hrvatskoj su rijetka. Najviše ih ima u Primorskoj Hrvatskoj, nakon toga po brojnosti su jezera u Gorskoj Hrvatskoj.

Najznačajnija prirodna jezera u Hrvatskoj koja su poredana po veličini:

- Vransko jezero kraj Biograda na moru
- Prukljansko jezero kraj Šibenika
- Vransko jezero na otoku Cresu
- Plitvička jezera u Lici

- Baćinska jezera kod Ploča
- Kopačko jezero u Baranji
- Mljetska jezera na otoku Mljetu
- Modro jezero kod Imotskog
- Crveno jezero kod Imotskog[5]



Slika 9. Kopačko jezerou Baranji(*Preuzeto iz: [26]*)

Hrvatska nema mnogo jezera, no zbog njihove jednostavnosti i osjetljivog ekološkog i hidrografskog sustava stvorila se potreba za različitim oblicima zaštite u sklopu nacionalnih parkova (Plitvička jezera), parkova prirode (Vransko jezero kraj Biograda) ili posebnih ornitoloških rezervata (Velo Blato). Osobito su zanimljiva sezonska jezera koja nastaju poplavljanjem udubljenih dijelova reljefa, kao što su močvarna područja ili polja u kršu tijekom kišnog razdoblja [5]. U tablici 1. prikazani su podatci o površini, nadmorskoj visini i najvećoj dubini naših poznatih i manje poznatih jezera.

*Tablica 1. Podatci o površini, nadmorskoj visini i najvećoj dubini naših poznatih i manje poznatih prirodnih jezera (preuzeto iz: [5] )*

JEZERO	POVRŠINA (km <sup>2</sup> )	NADMORSKA VISINA (m)	NAJVEĆA DUBINA (m)
Vransko jezero	30,7	0,1	4
Prukljansko jezero	11,1	0,5	25
Vransko jezero (Cres)	5,8	13	75
Plitvička jezera	1,98	503-636	3-46
Baćinska jezera	1,9	5	32
Modro jezero	0,4	368-528	0-147
Crveno jezero	0,03	425-523	245
Kopačko jezero	1,5-3,5	80	-
Mljetska jezera	2,01	0	46

### 3.1. Krška jezera

U krškom području Dinarida jezera su rijetka pojava radi gubitka vode u krškom podzemlju. Sva hrvatska jezera, pogotovo ona nastala u kršu, su fenomen za sebe, te bi zbog toga hrvatska znanost i šira javnost trebala biti puno više informirana o njihovom nastanku i značenju. Nažalost, do danas to nije prepoznato. Krška jezera mogu nastati procesima sedrenja, morfološkim erozijskim procesima poput sufozije. Jezera pod utjecajem mora nastaju glacio-eustatičkim i epirogenetskim pokretima. Glacio-eustatički pokreti odnose se na izdizanje, odnosno spuštanje razine mora zbog klimatskih promjena tijekom razdoblja ledenih, odnosno međuledenih doba.

Epirogenetski pokreti odnose se na tektonsko dizanje, odnosno spuštanje razine kopna u odnosu na morsku razinu [4].

Kvaliteta vode jezera i njezina primjena za različite svrhe ovisi o efektima miješanja. Dubina je najvažniji čimbenik koji utječe na efekt miješanja vode zatim veličina i oblik jezera, klima, topografija obale, utoci vode jezera i vegetacija. Sustav miješanja vode u jezerima ovisan je o gustoći vode koja ima svoj maksimum na 3,9°C. Promjena u gustoći vode nastaje promjenama temperature vode što ima za posljedicu stratifikaciju cijele jezerske mase [7].

Dinaridi su smješteni u umjerenom klimatskom pojasu gdje se razvija temperaturna slojevitost jezera odnosno stratifikacija. Primjer jedne takve temperaturne stratifikacije je jezero Kozjak u Plitvičkim jezerima. Ljetnom temperaturnom stratifikacijom jezera dolazi do podjele po dubini jezera u tri zone epilimnij (vršni topli dio jezera), metalimnij (prijelazna zona između hladne i tople vode) i hipolimnij (hladna pridnena voda). Prelaskom iz ljeta prema zimi jezerska se vodena masa u zonama epilimnija i metalimnija postupno hladi dok ne dosegne potpuno termičko ujednačenje po cijelom stupcu vodene mase jezera što je posljedica vertikalnog miješanja cijele vodene mase jezera [7].

Vertikalno miješanje vodene mase donosi u pridnene dijelove jezera vodu obogaćenu kisikom što sprečava eutrofikaciju dubokih dijelova jezera, a pridnena voda osiromašena kisikom zbog biokemijske potrošnje tijekom razdoblja stratifikacije izdiže se do površine jezera gdje se ponovno hrani kisikom. Takva jezera su oligotrofna jezera, a odlikuju se modrom do zelenom bojom radi čistoće vode i visokom stupnjem prozirnosti zbog smanjenja bioprodukcije. Takva su jezera tijekom cijele godine bogata kisikom. Mezotrofna jezera imaju dobru jasnoću i srednju razinu hranjivih tvari, a eutrofna jezera su obogaćena hranjivim tvarima. Hipertrofno jezero je vodena masa visoko obogaćena hranjivim tvarima te ima slabu jasnoću i predmet su cvjetanja algi [7].

Najpoznatija jezera nastala na terenima izgrađenim od karbonatnih okršenih stijena su Plitvička jezera, Crveno i Modro jezero, Prukljansko jezero, Baćinska jezera te Vransko jezero kod Biograda i Vransko jezero na otoku Cresu.

Sva ta jezera u krškoj Hrvatskoj su fenomen svaki za sebe. Jezera koja su nastala procesima sedrenjasa Plitvička jezera, jezera koja su nastala pod utjecajem mora su



Baćinska jezera, oba Vranska jezera (Cres, Biograd) te Prukljansko jezero, a jezera koja su nastala morfološkim erozijskim procesima su Crveno i Modro jezero kod Imotskog.

### 3.1.1. Krška jezera nastala procesima sedrenja

Postoje mnoge definicije sedre, a dvije od tih su:

*„Sedra je šupljikava, porozna stijena koja nastaje taloženjem u vodi otopljenog kalcijevog karbonata pomoću biljaka, algi i mahovina“.*

*„Sedra je produkt istaloženog kalcijevog karbonata pri temperaturnim uvjetima bliskim temperaturi okoliša i često sadrži ostatke mikrofiti i makrofita, beskraljčnjaka i bakterija“ [10].*

Plitvička jezera su jedan od najboljih primjera nastanka jezera procesima sedrenja u krškoj Hrvatskoj. Nešto općenito o Plitvičkim jezerima je da se ona nalaze u dijelu Hrvatske gdje iz sjevernog ravničastog prostora prelazimo u uzdignuti i okršeni planinski predio odnosno u kršku Hrvatsku. Jezera su smještena na visini od 480 i 636m nadmorske visine [11].



Slika 8. Slapovi Plitvičkih jezera (Preuzeto iz: [27])

Plitvička jezera su 1949. godine proglašene Nacionalnim parkom zbog prirodnih ljepota tog prostora, bujne vegetacije bora, jele, smreke, bukve, rijetkih zaštićenih biljnih vrsta i mnogobrojnih životinja [5].

Plitvička jezera su na unutrašnjem kopnenom krilu dinarskog sinklinorija. Mezozojske stijene koje prevladavaju na unutrašnjem krilu su dolomiti i vapnenci.

Zbog vapnenaca i dolomita, voda Plitvičkih jezera bogata je otopljenim kalcijevim karbonatom i to u obliku kalcijeva bikarbonata  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , dakle voda Plitvičkih jezera je „prezasićena“ s kalcitnom mineralnom fazom ( $\text{CaCO}_3$ ). Padaline se infiltriraju kroz površinski sloj zemlje, otapaju ugljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ) pa nastaje karbonatna kiselina ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) koja otapa pretežito vapnence, odnosno minerale kalcita, a zbog slabe topljivosti minerala dolomita neznatno i dolomite. Voda postaje znatno mineralizirana, prezasićena kalcijevim i magnezijevim bikarbonatom. Kada izbije na površinu osobito na sedrenim pregradama dolazi do naglog rasta zasićenosti vode s  $\text{CaCO}_3$  zbog prskanja vode i otplinjavanja  $\text{CO}_2$ , izlučuju se sitni kristalići kalcijevog karbonata koji se lijepe na sluz mahovina, bakterija, dijatomeja i ostalih organizama koji rastu na barijerama. Osnovna kemijska formula za stvaranje sedrenih barijera je:



Tri kemijska uvjeta koja moraju biti zadovoljena za stvaranje sedre su indeks zasićenosti koji mora biti veći od 3, pH vrijednost mora biti iznad 8 i koncentracija organske tvari mora biti niža od 10 mg/L. Voda mora biti čista, ne smije sadržavati povećane koncentracije organskih tvari, koji su snažna prepreka odvijanju jedinstvenog procesa sedrenja na Plitvičkim jezerima. Prisutnost modrozelenih algi, algi kremenjašica, raznih bakterija, višestaničnih organizama i mahovina također je uvjet za stvaranje sedre na Plitvičkim jezerima, posebno kao čimbenik oblikovanja vapnenastih izlučevina. Oni predstavljaju životnu zajednicu koja se razvija na biljkama, kamenjima i stvarima uronjenim u vodu. Vodene biljke daju oblik stvorenoj sedri, zbog mahovina je takav izgled slapova. Prelijevanjem vode iz viših u niža jezera sedrene barijere rastu kao i razina vode u jezerima. Na taj način nastaju brojni slapovi. Slapovi Plitvičkih jezera su prikazani na slici 10. Mladi izdanci mahovinasu zeleni i mekani, uglavnom još bez sedre, prošlogodišnji izdanci su više osedreni, dok su stariji izdanci potpuno obloženi, žućkaste boje i okamenjeni te predstavljaju fitogenu sedru. Mahovina sa žućkastim osedrenim dijelovima i mladim živim zelenim izdancima prikazana je na slici 11. Plitvička jezera su karakteristična i za geomorfološke oblike kao što su ponikve, špilje i jame [10, 11].



Slika 9. Mahovina sa žućkastim osedrenim dijelovima i mladom živom zelenom bojom  
(Preuzeto iz: [11])

### 3.1.2. Krška jezera nastala morfološkim procesima (sufozijom)

Jedan od najvećih fenomena krške Hrvatske su Crveno i Modro jezero koje se nalazi sjeverozapadno od Imotskog, na sjevernom rubu Imotskog polja. Imotska krajina pripada dijelu Unutarnjih Dinarida. Područje je najvećim dijelom izgrađeno od vapnenaca i dolomita jure i krede, a manjim dijelom od klastičnih naslaga tercijara. Crveno i Modro jezero međusobno su udaljeni oko 1 km. Ta dva hrvatska fenomena su nastala tektonskim urušavanjem svoda šupljina odnosno ponikava unutar kojih su se smjestila jezera. Radi se o udubinama u reljefu gdje je Crveno jezero sa stalnom vodom dok je Modro jezero s povremenom vodom odnosno povremeno presušuje [5].

### CRVENO JEZERO

Crveno jezero je dobilo ime po crvenoj boji vrlo strmih, gotovo okomitih strana. Otvor provalije ruba leži između 425 m nadmorske visine na jugu i 523 m na sjeveru. Pri najvišem vodostaju površina Crvenog jezera leži na 4 m nadmorske visine. Razina površine jezera oscilira 21 metar. Crveno jezero je pouzdan vodospremnik slatke vode s više od 16 mil. m<sup>3</sup>. Prije se vjerovalo da je jezero dublje od 300 m odnosno najmanje

dvadesetak metara ispod razine mora. Francuski ronilac FredericSwierczynsk zaronio 6. svibnja 2017. godine je do dna Crvenog jezera na trenutačnoj dubini od 245 metara. Na slici 12 prikazano je Crveno jezero[5].



Slika 10. Crveno jezero (*Preuzeto iz: [28]*)

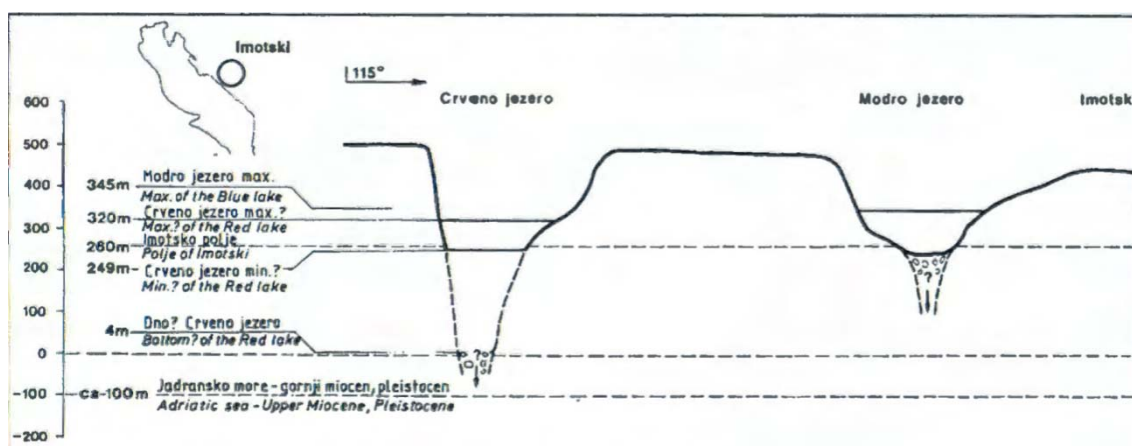
## **MODRO JEZERO**

Modro jezero je također jedan od krških fenomena Hrvatske kao i Crveno jezero. Modro jezero je dobilo ime po modroj boji vode. Dubina Modrog jezera se stalno mijenja od 0 do 147 m, kada se voda prelijeva preko nagnutog ruba provalije u kojoj se nalazi. Modro je jezero s drugim jezerima u okolini povezano sa sustavom podzemnih pukotina iz kojih izbija voda i diže razinu jezera. Nakon potresa 1942. godine jezero se počelo zatrpavati s južne strane, a danas se polako zatrpava sa sjeverne strane. Na slici 13. prikazano je Modro jezero u razdoblju kad je presušilo i služi se kao nogometni teren [5].



*Slika 11. Modro jezero kad je presušilo poslužilo je kao nogometni teren (Preuzeto iz: [29])*

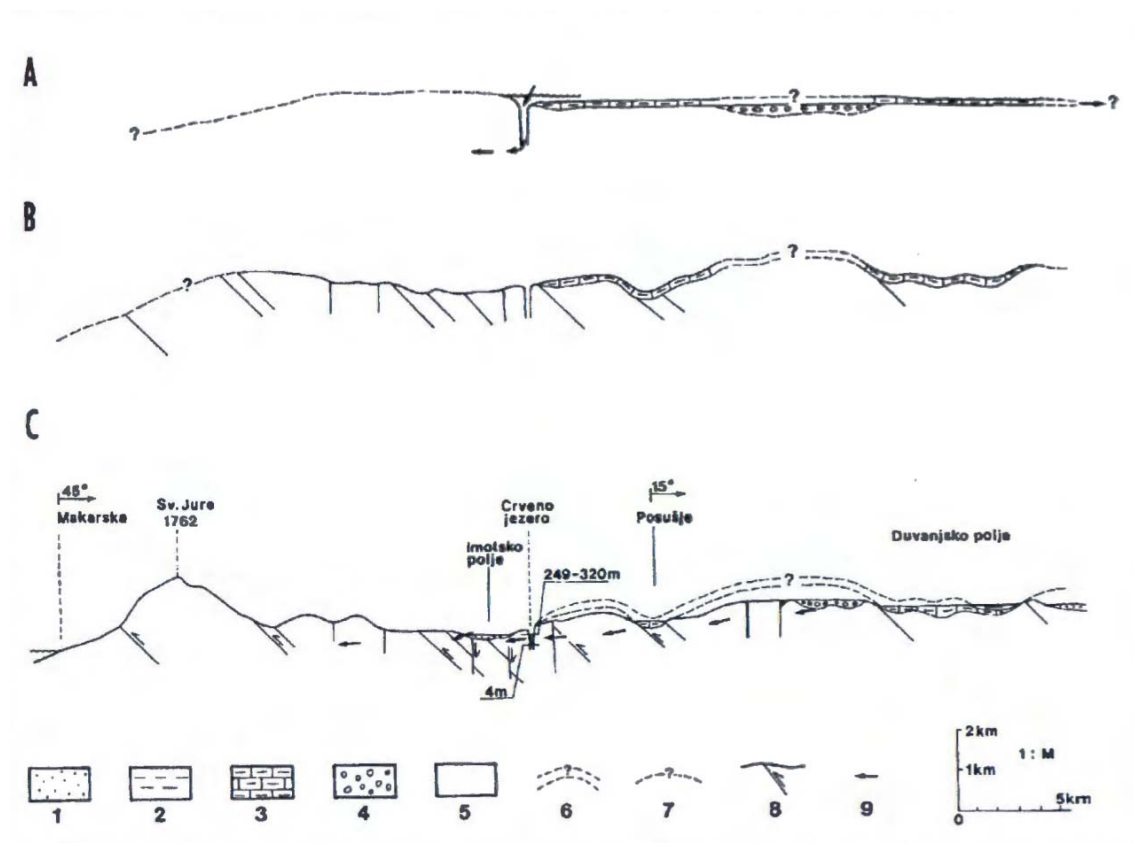
Crveno i Modro jezero nalaze se u karbonatnim okršnim stijenama pretežito vapnencima. Ta dva jezera nisu mogla nastati niti iz litoloških niti iz tektonskih karakteristika, jer koji bi to faktori mogli u relativnoj homogenoj karbonatnoj sredini stvoriti šupljinu u čvrstoj stijeni u kojoj se nalazi Crveno jezero odnosno depresiju u kojoj se nalazi Modro jezero. Na slici 14. prikazan je presjek kroz Crveno i Modro jezero te se vidirazlika u nagibu padina jezera. Strmije nagnute padine Crvenog jezera u odnosu na Modro jezero ukazuju na činjenicu da je Modro jezero geološki starija pojava [12].



*Slika 12. Topografski profil Crvenog i Modrog jezera (preuzeto iz: [12])*

Lapori i laporoviti vapnenci s kongerijama ustanovljeni su na širem području, od Posušja, pa sjeverozapadno od Vinjana, te djelomično oko Roškog polja. U Duvanjskom polju pojavljuju se iste naslage, tvoreći tako prostrani bazen. S obzirom da se radi o istovjetnim sedimentima, zaključuje se da su naslage s kongerijama ostatci nekada povezane cjeline, znatno većeg od prostora na kojem su danas pronađeni ovi sedimenti. Navedeni lokaliteti sa kongerijskim naslagama danas se nalaze na različitim visinama što je posljedica tektonske dezintegracije nekad cjelovitog miocenskog bazena. Utvrđene su podzemne veze od Imotskog polja do mora, no u vrijeme pražnjenja miocenskog jezera kroz ponor, podzemna otjecanja bila bi usmjerena prema jugu i jugoistoku, paralelno s geološkim strukturama, koje su bile morfološki izdignute te su predstavljale barijeru. Tek nakon što se teren u području Imotskog polja spustio, otvorile su se veće mogućnosti cirkulacije voda i u smjeru jugozapada [12].

Vodonosni režim Modrog jezera sastoji se od 5 komponenata i to 3 komponente unosa vode u sustav i 2 komponente istjecanja vode iz sustava. Dotjecanje vode u jezero događa se padalinama na slobodnu površinu jezera, infiltracijom kroz nezasićenu, odnosno vadoznu zonu i dotjecanjima podzemnih voda kroz bokove i dno jezera. Gubici vode iz jezera događaju se zbog evaporacije sa otvorene vodene površine i kroz bokove i dno jezera kada je razina podzemnih voda niska obično nakon duljeg razdoblja suše. Na slici 15. je prikaz faze razvitka Crvenog i Modrog jezera [12].



Slika 13. Faze razvitka Crvenog i Modrog jezera(*preuzeto iz: [12]*)

Evaporacija najviše ovisi o klimatskim uvjetima, temperaturi i vjetru. Iako je evaporacije stalna, znatno je bitnija druga komponenta istjecanja vode kroz stijene u podini i bokovima jezera. Količina vode koja istječe na taj način ovisi o razini vode u jezeru te razini vodnog lica u okolnom krškom vodonosniku. Suprotno od evaporacije je precipitacija, koja je mala, iz razloga što je površina jezera mala, pa mala količina padalina dopiše u jezero. Bitan unos vode u jezero događa se kroz vadoznu zonu. Taj unos vode u jezero je visok iz razloga što su bokovi jezera sastavljeni od propusnih karbonatnih stijena. Najbitnija komponenta unosa vode u jezero je unos vode kroz podzemnu vodu iz krškog vodonosnika. Voda na taj način puni jezero kroz podinu i bokove [12].



### 3.1.3. Krška jezera nastala pod utjecajem mora

Poznatija Hrvatska krška jezera koja su nastala pod utjecajem mora su Vransko jezero kod Biograda, Vransko jezero na otoku Cresu, Baćinska jezera i Prukljansko jezero. Sva ta jezera nastala su zbog dizanja razine mora uslijed glacioeustaičkih procesa nakon posljednjeg ledenog doba prije 10000 do 12000 godina. Sva spomenuta jezera su kriptodepersije. Kriptodepresija je udubljenje čije je dno ispod, a površina iznad razine mora. U Hrvatskoj najveća kriptodepresija je Vransko jezero na otoku Cresu [5].

#### VRANSKO JEZERO KOD BIOGRADA

Vransko jezero kod Biograda nalazi se u zaleđu Pakoštana u Sjevernoj Dalmaciji. Ime dijeli s još jednim jezerom, a to je Vransko jezero na otoku Cresu. Površina Vranskog jezera je 30,7 km<sup>2</sup>. 1999. godine Vransko jezero je imenovano Parkom prirode. Uz to što je i park prirode jezero je proglašeno i ornitološkim rezervatom. Jezero je karakteristično močvarnom vegetacijom u kojoj je zabilježena 241 vrsta ptica. osim močvarnog područja, uz Vransko jezero postoje i druge vrste staništa pogodne za razne vrste ptica. U jezeru žive somovi, šarani, jegulje, podvrsta crvenoperke. Na slici 16. prikazano je Vransko jezero kod Biograda [5].



Slika 14. Vransko jezero kod Biograda (Preuzeto iz: [30])



Prema postanku jezero je potopljena fliška udolina. Plitka kriptodepresija široka je oko 3,5 km, a izdužena oko 13,6 km. Zbog složene cirkulacije vode, vodostaj godišnje varira između 1 i 2 m [5].

Teren oko Vranskog jezera izgrađuju sedimentne stijene krede i paleogena. Zastupljene su krednim i eocenskim vapnencima, krednim dolomitima i eocenskim flišom. Fliš je zastupljen uglavnom laporima, dok su ulošci pješčenjaka i laporovih vapnenaca rijetki. Na većem dijelu polja i ispod jezera su stijene krede i paleogena prekrivene kvartarnim talozima [13].

Nepropusne stijene fliša izgrađuju jezgre sinklinale. Ne sežu dovoljno duboko ispod razine mora pa se zbog toga ne vrši funkcija potpune barijere za podzemne vode teveći dio vode odlazi premamoru kroz okršeno podzemlje. Dolomiti na površini izgrađuju jezgre antiklinale. Naslage krede i paleogena tvore bore dinarskog pravca pružanja, zbog toga je česta pojava undulacije osi bora i proširenja naslaga uzduž rasjeda i navlaka[13].

## **VRANSKO JEZERO NA OTOKU CRESU**

Vransko jezero jenaše najveće otočno jezero u Hrvatskoj, smješteno je u srednjem dijelu otoka Cresa u pretežito dolomitnim stijenama. Površina mu je 5,8 km<sup>2</sup>, površina jezera varira ovisno o spuštanju, odnosno o podizanju razine vode. Širina jezera je 1,5 km, a duljina oko 5,5 km. Najveća dubina Vranskog jezera na otoku Cresu nije veća od 75 m. Vransko jezero na otoku Cresu je kriptodepresija jer mu je srednja razina vode oko 13 m iznad morske razine, a dno 62 m ispod razine morske vode. Na slici 17. prikazano je Vransko jezero na otoku Cresu [5].



Slika 15. Vransko jezero na otoku Cresu(*Preuzeto iz: [31]*)

Na području Vranskog jezera utvrđeno je postojanje kredno-tercijarnih naslaga. Izdvojenisu donjokredni vapnenci, kao najstarije naslage koje su sive boje; dolomiti koji su sivo, sivo-smeđesmeđe boje; gornjokredni vapnenci koji dolaze u nizu odvojenih zona uzduž cijelog otoka Cresa; paleogenski vapnenci koji se pružaju uzduž rasjeda i upravo su se zbog toga sačuvali od utjecaja erozije; fliš koji je manje zastupljen nego paleogenetski vapnenci[14].

Vransko jezero na otoku Cresu nema niti jedan izvor kojim bi voda dotjecala u jezero, dakle voda u jezero dopijeva autohtonim putem, odnosno padalinama i dotjecanjem iz okolnog sliva. Srednja godišnja količina padalina odgovara količini vode koju jezero gubi otjecanjem u podzemlje i isparavanjem. Time se održava ravnoteža vode u jezeru koja se svako malo postupno izmjenjuje. U vodi ima malo bakterija i mnogo kisika pa raspadanja ima vrlo malo. Voda nije onečišćena pa služi za vodoopskrbu cresko-lošinjskog otočnog prostora[5].

## **PRUKLJANSKO JEZERO**

Još jedan primjer kriptodepresije je Prukljansko jezero, koje je drugo po veličini prirodno jezero. Prukljansko jezero se nalazi na donjem toku rijeke Krke u blizini nacionalnog parka Krka, 5 km sjeverno od Šibenika. Krka je većim dijelom ujezerena rijeka, a jezera koja se nalaze na rijeci Krki su Brljansko jezero, jezero Visovac te ostala mnogo manja jezera. Prukljansko jezero površine 11,1 km povezano je s morem uskim kanalom koji završava kod Šibenske luke. Zbog povezanosti s morem voda je bočata, odnosno u donjim slojevima je slana, a u gornjim slojevima je slatka. U takvoj je vodi

moćuć život morske i slatkovodne ribe, pa se ondje mogu uloviti pastrve, cipli, orade, oslići i druge ribe. Južni i sjeverni dio jezera je plitak u prosjeku oko 4 m, dok je srednji dio jezera približno 20 do 25 m, pa se voda ljeti lako zagrije i temperatura joj je između 22 i 25°C[5, 15]. Na slici 18. prikazano je Pukljansko jezero.



Slika 16. Pukljansko jezero(*Preuzeto iz: [32]*)

## BAĆINSKA JEZERA

I na kraju je ostalo još jedno jezero, odnosno Baćinska jezera koja su nastala pod utjecajem mora. Baćinska jezera su dobila ime po selu Baćin koji je u blizini jezera, odnosno malo preciznije sjeverno od grada Ploča. Baćinska jezera su također prirodni fenomen ukupne površine 1,9 km<sup>2</sup>. Sastoje od niza međusobno povezanih slatkovodnih manjih krških jezera. Dakle sastoje se od šest spojenih i jednog odvojenog jezera; Oćuša, Crniševo, Podgora, Sladinac, Šipak, Plitko jezero i Vrbnik. Dubina tih jezera je od 3 do 32m. Sva su jezera kritodepresije, voda u njima je slatka, a postoje i izvori koji su direktno povezani s morem. Sva su jezera nepravilnog oblika, što se nabolje odražava u reljefu dna. Jezera su bogata ribom [5]. Na slici 19. prikazana su predivna Baćinska jezera.



Slika 17. Baćinska jezera(*Preuzeto iz: [33]*)

### **3.2. Ledenjačka jezera (nastale djelovanjem ledenjaka)**

U Hrvatskom kršu odnosno kršu Dinarida ima i krških polja koji su glacijalnog podrijetla. To se odnosi na krška polja u sjeveroistočnom dijelu Dinarida u Hrvatskoj koja su u svom razvitku funkcionirala kao ledenjačka jezera s donosom materijala s rubova ledenjaka formiranih tijekom ledenjačkih doba u visokome planinskom području Like i Gorskog kotara. Takav jedan primjer je Grobničko polje u zaleđu grada Rijeke ispunjeno šljunkom debljine 50 m s konusima glacijalnih sedimenata koji se mogu pratiti od najvišeg dijela planinskog područja Gorskog kotara [7]. Na slici 20. prikazano je Grobničko polje ispunjeno vodom tijekom hidrološki visokih voda.



Slika 18. Grobničko polje (*Preuzeto iz: [34]*)

Obilne kiše mogu prouzročiti da Grobničko polje postane jezero mistične ljepote. Kroz Grobničko polje teče rijeka Rječina kojoj se vodostaj napuni toliko da se preljeva u polje, te nastane jezero. Rječina nije jedina rijeka već je tu i Čičavka koja se razvija samo u kišnim razdobljima. Zbog obilnih kiša formira se Čičavka pa voda preplavi okolna područja pretvarajući Grobničko polje u poveće jezero kojim mogu čak i čamci ploviti .Kiša nije jedini faktor koji pretvara Grobničko polje u jezero.Drugi faktor koji utječe je topljenje snijega u proljeće, kada grobnička rječica s Platka preko Podhuma do Grobničkog polja upije također poveće količine vode i također se zna izlijevati u Jezero kako ga nazivaju lokalni stanovnici [16].

#### **4. KORIŠTENJE JEZERA I PRISTUP NJIHOVOJ ZAŠTITI**

Općenito jezera bilo umjetna ili bilo prirodna imaju svoju svrhu. Svrha umjetnih jezera je ta što ona služe za ribolov, vodoopskrbu, navodnjavanje ili za akumuliranje vode za proizvodnju električne energije. Također i većina prirodnih jezera služi za navodnjavanje i vodoopskrbu.

Glavno obilježje prirodnih jezera, pogotovo krških jezera je da su to lokacije iznimne ljepote vrijedne divljenja, proučavanja te svakako vrijedne poduzimanja mjera zaštite za očuvanje tih ljepota. Najveći neprijatelj očuvanja jezera je naravno čovjek i njegov utjecaj na prirodu. Čovjek koji nepromišljenim zahvatima želi nametati svoju korist, da bi u što kraće vrijeme izvukao za sebe ili za zajednicu neposrednu korist. Prirodna jezera služe čovjeku u turizmu koji pružaju ugodu opuštanja, divljenja ljepotama jezera te za rekreaciju i edukaciju. Rekreacija je obično u obliku biciklizma i sportskog ribolova. Zaštita prirodnih jezera provodi se proglašenjem Parka prirode i Nacionalnog parka.

Kaskadni niz jezera nastalih osedranjem koja su proglašena Nacionalnim parkom su Plitvička jezera. Plitvička jezera su proglašena 8. travna 1949 godine. Plitvička jezera je proglasio UNESCO još među prvima u svijetu. Nacionalni park se sastoji od šesnaest jezera, a ta jezera se dijele na Gornja i Donja jezera. Šume koje okružuju jezera su dio Nacionalne ekološke mreže, te europskog projekta zaštite prirodne baštine NATURA 2000. Šume koje se nalaze na području parka predstavljaju staništa za raznoliki životinjski svijet. Nisu samo šume koje su pogodne za staništa životinjskog svijeta tu su i jezera, travnjaci, stijene.

Vransko jezero kod Biograda je proglašeno 1999. godine Parkom prirode. Sjeverozapadni dio jezera je proglašen ornitološkim rezervatom 1983. godine. Na području rezervata životinjski svijet je vrlo bogat, a najbogatiji je sa pticama. Vransko jezero kod Biograda nije samo bogato područje životinjskim vrstama, područje je bogato i zaštićenim biljnim vrstama.

## 5. RASPRAVA

U Hrvatskoj se jezerima i zaštiti njihovog ekosustava posvećuje premala pažnja. Malo se govori o fenomenima krškog područja Hrvatske jer mnoga jezera su fenomeni i na svjetskoj razini. Zbog toga pitanja njihove zaštite trebaju biti pod budnim okom medija i potrebno je informirati ljude o njihovom postanku i vrijednostima kao područja iznimne bioraznolikosti.

Jedan od lošijih primjera koji se zanemaruje je Vransko jezero na otoku Cresu kojem je već u nekoliko navrata ozbiljno pala razina vode. Prije dvadeset i više godina razina vode smanjila se za oko 5 m. U razdoblju od 1986. do 2015. godine razina vode se snizila za 2,36 m u odnosu na prosječnu razinu u razdoblju od 1929. do 1985. godine. Kako se razina vode ponovno povisila tako je Vransko jezero na otoku Cresu postalo opet nezanimljivo. Korištenje jezerske vode za vodoopskrbu otoka Cresa i Lošinjskog arhipelaga imaju bitnu ulogu u snižavanju razine vode u jezeru. Što je veća temperatura zraka to je veće isparavanje sa slobodne površine jezera. Kada bi se smanjila količina oborina na otoku i povećala potreba za crpljenjem vode za vodoopskrbu koja je bitna za sve veći i veći razvoj turizma, razina vode u jezeru bila bi sve niža što bi uzrokovalo promjenu smjera gradijenta vodog lica u okruženom podzemlju i veći utjecaj mora kroz zonu miješanja [17].

Hrvatski biser prirodnih jezera su Plitvička jezera. Plitvička jezera su svjetski poznata te ih je i UNESCO prepoznao i proglasio Nacionalnim parkom. Jezerasu svake godine sve više i više posjećivana od domaćih i stranih posjetitelja. Zbog mnogobrojnih posjetitelja i proširivanja turističkih sadržaja, Plitvička jezera su na udaru velikog broja posjetitelja i aktivnosti koje iz toga proizlaze kao npr. povećane gradnje apartmana i sve veće količine otpada i otpadnih voda. Također i na Plitvičkim jezerima je zabilježenou više navrata ozbiljno opadanja vodostaja, ali to nažalost još nije dovoljno potaknulo djelovanje nadležnih službi i institucija [17].

Ta dva primjera nisu jedina koja se zanemaruju, ima ih mnogo više. Prirodna jezera imaju posebno vrijedna staništa na kojima živi raznovrstan biljni i životinjski svijet. Također jezera imaju i svoju mladost, srednju dob, starost i smrt. Kroz životni vijek jezera najčešći utjecaj imaju klimatske prilike, a utjecaj čovjeka je do sada uglavnom smanjivao njihov prirodni vijek trajanja.

## 6. ZAKLJUČAK

Prirodna jezera su prirodne depresije ispunjene vodom. Nastanak jezera ovisi o brojnim čimbenicima. Za Hrvatsku i svjetsku znanost najznačajnija su jezera krške Hrvatske. Jezera krške Hrvatske nastaju pod različitim uvjetima.

Naša najljepša prirodna jezera su Plitvička jezera koja su nastala procesima sedrenja. Sedra je glavni čimbenik koji utječe na formiranje samih jezera. Sedrene barijere nastaju djelovanjem mnogobrojnih čimbenika kao što su klimatski, hidrološki, geološki, hidrogeološki, geokemijski i biološki.

Morfološkim procesima odnosno sufozijom su nastala jezera koja su međusobno udaljena 1 km. Ta jezera, Crveno i Modro jezero su krške jame jedan od najvećih fenomena Hrvatske. Crveno jezero je dobilo ime po crvenoj boji limonitne trošine stijena koje okružuju jezero, a Modro jezero po modroj boji jezerske vode.

Jezera koja su nastala pod utjecajem mora su dva Vranska jezera, jedno jezero je na otoku Cresu, a drugo je kod Biograda. Vransko jezero kod Biograda je naše najveće jezero koje je proglašeno Parkom prirode, Vransko jezero na otoku Cresu je najveće otočno jezero. Baćinska jezera su također nastala pod utjecajem mora kao i Pukljansko jezero. Sva ta četiri jezera koja su nastala pod utjecajem mora su primjer kriptodepresije gdje je dno ispod, a površina iznad razine mora te su stoga jako osjetljiva na promjenu njihove razine bilo zbog ljudskog djelovanja ili prirodnog utjecaja klimatskih promjena na smanjenje količina padalina, odnosno smanjenog napajanja jezera.

Grobničko polje koje je nastalo pod utjecajem ledenjaka zbog obilnih kiša, kao i zbog topljenja snijega u proljeće može se napuniti i postati jezero. Dobar je primjer postojanja krškog polja nastalog djelovanjem ledenjaka. U Lici i Gorskom kotaru postoji još nekoliko jezerca za koje se smatra da su nastala djelovanjem ledenjaka. Mnoga od njih su samo povremenog karakter, odnosno voda se ujezeruje samo tijekom hidrološki vlažnijeg razdoblja godine ili topljenjem snijega.

Jezera jedino mogu opstati u prirodi ako bi se našlo određeno rješenje kako bi se izbjegle neželjene promjene. Za izbjegavanje neželjenih promjena te kako bi postojeća jezera imala što dulju mladost potreban je kontinuirani znanstveni i stručni doprinos te dobro informiranje i edukacija javnosti koja se jedino može zauzeti za zaštitu jezera kao prirodne vrijednosti naše domovine koju trebamo ostaviti u naslijeđe našim potomcima.



## 7.LITERATURA

- [1]*Jezera Hrvatske*. Dostupno na:<https://sites.google.com/site/jezerahrvatske/vransko-jezero-2>Datum pristupa: 23.04.2018.
- [2]*Geografija.hr*Dostupno na: <http://www.geografija.hr/hrvatska/rasirenost-krsa-u-hrvatskoj>/Datum pristupa: 23.04.2018.
- [3]*Hrvatsko hidrološko društvo*. Dostupno na: <http://hhd.hr/o-hidrologiji/> Datum pristupa: 23.04.2018.
- [4]Kapelj, S. *Geologija i okoliš*. Skripte iz predmeta Geologija 1. (2018)
- [5]Tanocki, Z.; Crljenko, I. *Prirodne ljepote hrvatske- Jezera hrvatske*. Zagreb: Školska knjiga (2011)
- [6]*E-kako, Kako nastaju jezera*. Dostupno na: <https://e-kako.geek.hr/znanost/kako-nastaju-jezera>/Datum pristupa 29.04.2018.
- [7] Biondić, B.; Biondić, R. *Hidrogeologija Dinarskog krša u Hrvatskoj*. Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet: Denona (2014)
- [8]*Geografija za sve*. Dostupno na: <http://geografijazasve.me/2017/11/12/tipovi-jezera/> Datum pristupa 23.04.2018.
- [9]*Wikipedija, Jezero*. Dostupno na: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Jezero> Datum pristupa 04.05.2018
- [10] *Plitvička jezera, nacionalni park*. Dostupno na: <https://np-plitvicka-jezera.hr/prirodna-i-kulturna-bastina/prirodna-bastina/sedra/> Datum pristupa: 04.05.2018.
- [11] Meštrov, M.; Božićević, S.; Penzar, I.; Zaninović, K.; Stilinović, B.; Šegulja, N.; Prpić, B.; Kučinić, M.; Mrakovčić, M.; Huber, Đ. *Plitvička jezera – Prirodoslovni turistički vodič fotomonografija*. Turistička naknada d.o.o. Zagreb: Hrvatski tisak. (1998.)
- [12]Bahun S.*O postanku Crvenog i Modrog Jezera kod Imotskog*Dostupno na:[http://31.147.204.208/Gelogia-Croatica/clanci/1991\\_Bahun\\_1019.pdf](http://31.147.204.208/Gelogia-Croatica/clanci/1991_Bahun_1019.pdf) 1991. pp. 275-280 Datum pristupa: 05.05.2018

[13] Fritz F. *Postanak i starost Vranskog jezera kod Biograda na moru* Dostupno na: [http://31.147.204.208/Gelogia-Croatia/clanci/1984\\_Fritz\\_814.pdf](http://31.147.204.208/Gelogia-Croatia/clanci/1984_Fritz_814.pdf) 1984. pp. 231-243  
Datum pristupa: 06.05.2018

[14] Magaš N. *O depresiji Vranskog jezera na otoku Cresu i geološkim odnosima njegovog užeg područja* Dostupno na: [http://31.147.204.208/Gelogia-Croatia/clanci/1965\\_Magas\\_238.pdf](http://31.147.204.208/Gelogia-Croatia/clanci/1965_Magas_238.pdf) 1964. Datum pristupa: 06.05.2018.

[15] Krka Nacionalni park Dostupno na: <http://www.nprka.hr/> Datum pristupa: 04.07.2017.

[16] *Riječanin, regionalni NEWS portal.* Dostupno na: <http://rijecanin.rtl.hr/fotovideo-jeste-li-znali-nabujala-rjecica-cicavka-pretvara-.grobnicko-polje-u-jezero-misticne-ljepote/> Datum pristupa: 07.05.2018.

[17] Bonacci O., Roje-Bonacci T. *Jezera u Hrvatskoj-koliko ih stvarno poznajemo ?* Hrvatske vode 2017. 109-116

[18] PLITVIČKA JEZERA Dostupno na: [https://www.google.hr/search?q=plitvi%C4%8Dka+jezera&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi\\_kuie78jbAhVxyKYKHSuPCOcQ\\_AUICigB&biw=1232&bih=555#imgsrc=4COPIM8igMEhVM:](https://www.google.hr/search?q=plitvi%C4%8Dka+jezera&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi_kuie78jbAhVxyKYKHSuPCOcQ_AUICigB&biw=1232&bih=555#imgsrc=4COPIM8igMEhVM:) Datum pristupa: 23.04.2018.

[19] UMJETNO JEZERO JHONGHUA I PERUČKO JEZERO S BRANOM Dostupno na: [https://www.google.hr/search?q=Umjetno+jezero+Jhonghua&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi8pu-f8MjbAhWxx6YKHdVcDTUQ\\_AUICigB&biw=1232&bih=555#imgsrc=pAXIIH4qzs3wwM:](https://www.google.hr/search?q=Umjetno+jezero+Jhonghua&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi8pu-f8MjbAhWxx6YKHdVcDTUQ_AUICigB&biw=1232&bih=555#imgsrc=pAXIIH4qzs3wwM:)  
[https://www.google.hr/search?q=peru%C4%8Dko+jezero&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjo07fc8MjbAhXEBZoKHa2xDtIQ\\_AUICigB#imgsrc=RbXfuV6Fq3xu9M:](https://www.google.hr/search?q=peru%C4%8Dko+jezero&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjo07fc8MjbAhXEBZoKHa2xDtIQ_AUICigB#imgsrc=RbXfuV6Fq3xu9M:) Datum pristupa: 23.04.2018.

[20] BAJKALSKO JEZERO Dostupno na: [https://www.google.hr/search?q=bajkalsko+jezero&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjgpZ6S8cjbAhXEK5oKHXuXCoMQ\\_AUICigB&biw=1232&bih=555#imgsrc=GM\\_UpBI82-8EuM:](https://www.google.hr/search?q=bajkalsko+jezero&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjgpZ6S8cjbAhXEK5oKHXuXCoMQ_AUICigB&biw=1232&bih=555#imgsrc=GM_UpBI82-8EuM:) Datum pristupa 29.04.2018.

- [21] NEMI JEZERO Dostupno na:  
[https://sh.wikipedia.org/wiki/Nemi\\_\(jezero\)#/media/File:Panoramica\\_del\\_Lago\\_di\\_Nemi.jpg](https://sh.wikipedia.org/wiki/Nemi_(jezero)#/media/File:Panoramica_del_Lago_di_Nemi.jpg), Datum pristupa: 29.04.2018.
- [22] LEDENJAČKO JEZERO Dostupno na:  
[https://hr.wikipedia.org/wiki/Ledenja%C4%8Dko\\_jezero#/media/File:Triftgletscher2006.JPG](https://hr.wikipedia.org/wiki/Ledenja%C4%8Dko_jezero#/media/File:Triftgletscher2006.JPG), Datum pristupa: 29.04.2018.
- [23] MODRO JEZERO Dostupno na:  
[https://www.google.hr/search?q=modro+jezero&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiu\\_9KgmdvbAhUKPxQKHZ\\_fc3UQ\\_AUICigB&biw=1215&bih=508#imgrc=Jc165RTYhDrOyM](https://www.google.hr/search?q=modro+jezero&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiu_9KgmdvbAhUKPxQKHZ_fc3UQ_AUICigB&biw=1215&bih=508#imgrc=Jc165RTYhDrOyM): Datum pristupa: 29.04.2018.
- [24] SILJAN JEZERO Dostupno na:  
[https://sh.wikipedia.org/wiki/Siljan#/media/File:Siljan\\_WorldWind.jpg](https://sh.wikipedia.org/wiki/Siljan#/media/File:Siljan_WorldWind.jpg), Datum pristupa: 29.04.2018.
- [25] KARTA PRIRODNIH I UMJETNIH JEZERA U HRVATSKOJ Dostupno na:  
[https://www.google.hr/search?q=prirodna+i+umjetna+jezera+u+hrvatskoj&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiBtJrP9MjbAhXoF5oKHVgiAJMQ\\_AUICigB&biw=1231&bih=555#imgrc=x98WRZG5VH0VXM](https://www.google.hr/search?q=prirodna+i+umjetna+jezera+u+hrvatskoj&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiBtJrP9MjbAhXoF5oKHVgiAJMQ_AUICigB&biw=1231&bih=555#imgrc=x98WRZG5VH0VXM;)., Datum pristupa: 04.05.2018
- [26] KOPAČKO JEZERO U BARANJI Dostupno na:  
[https://www.google.hr/search?q=kopa%C4%8Dko+jezero&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj9\\_288jbAhWjApoKHfID10Q\\_AUICigB&biw=1231&bih=555#imgrc=jw\\_tnanPKdvjhM](https://www.google.hr/search?q=kopa%C4%8Dko+jezero&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj9_288jbAhWjApoKHfID10Q_AUICigB&biw=1231&bih=555#imgrc=jw_tnanPKdvjhM)., Datum pristupa: 04.05.2018.
- [27] SLAPOVI PLITVIČKIH JEZERA Dostupno na:  
[https://www.google.hr/search?q=slapovi+plitvi%C4%8Dkih+jezera&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiWj87z9MjbAhWDFJoKHfTkAjsQ\\_AUICigB&biw=1231&bih=555#imgrc=xgMQs\\_nPl0C5PM](https://www.google.hr/search?q=slapovi+plitvi%C4%8Dkih+jezera&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiWj87z9MjbAhWDFJoKHfTkAjsQ_AUICigB&biw=1231&bih=555#imgrc=xgMQs_nPl0C5PM)., Datum pristupa: 04.05.2018
- [28] CRVENO JEZERO Dostupno na:  
[https://www.google.hr/search?q=crveno+jezero&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi40ueQ98jbAhUQyKYKHY4MCzgQ\\_AUICigB&biw=1229&bih=555#imgrc=B02VHwBFycJa1M](https://www.google.hr/search?q=crveno+jezero&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi40ueQ98jbAhUQyKYKHY4MCzgQ_AUICigB&biw=1229&bih=555#imgrc=B02VHwBFycJa1M).. Datum pristupa: 04.05.2018.

[29] MODRO JEZERO U KAD JE PRESUŠILO POSLUŽILO JE KAO NOGOMETNI  
TEREN Dostupno na:

[https://www.google.hr/search?q=modro+jezero&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiTq5-6k9vbAhUBvRQKHdDxBFIQ\\_AUICigB&biw=1215&bih=553#imgcr=tuEBsTu2npkTfM](https://www.google.hr/search?q=modro+jezero&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiTq5-6k9vbAhUBvRQKHdDxBFIQ_AUICigB&biw=1215&bih=553#imgcr=tuEBsTu2npkTfM): Datum pristupa: 04.05.2018.

[30] VRANSKO JEZERO KOD BIOGRADA Dostupno na:  
[https://www.google.hr/search?q=vransko+jezero+kod+biograda&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwigpXK98jbAhUIJpoKHXUBBWoQ\\_AUICigB&biw=1229&bih=555#imgcr=QKjSDFINY4yiJM](https://www.google.hr/search?q=vransko+jezero+kod+biograda&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwigpXK98jbAhUIJpoKHXUBBWoQ_AUICigB&biw=1229&bih=555#imgcr=QKjSDFINY4yiJM)., Datum pristupa: 06.05.2018.

[31] VRANSKO JEZERO NA OTOKU CRESU Dostupno na:  
[https://www.google.hr/search?q=vransko+jezero+na+otoku+cresu&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj-idDz98jbAhVIGZoKHYS4DC8Q\\_AUICigB&biw=1229&bih=555#imgcr=\\_Y9bCdmyVuoo3M](https://www.google.hr/search?q=vransko+jezero+na+otoku+cresu&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj-idDz98jbAhVIGZoKHYS4DC8Q_AUICigB&biw=1229&bih=555#imgcr=_Y9bCdmyVuoo3M)., Datum pristupa: 06.05.2018.

[32] PRUKLJANSKO JEZERO Dostupno na:  
[https://www.google.hr/search?q=prukljansko+jezero&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiw1tCv-MjbAhUHZFakHRNBCpYQ\\_AUICigB&biw=1229&bih=555#imgcr=-c0aJvcc8o3neM](https://www.google.hr/search?q=prukljansko+jezero&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiw1tCv-MjbAhUHZFakHRNBCpYQ_AUICigB&biw=1229&bih=555#imgcr=-c0aJvcc8o3neM)., Datum pristupa: 07.05.2018.

[33] BAĆINSKA JEZERA Dostupno na:  
[https://www.google.hr/search?q=ba%C4%87inska+jezera&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjX7LLS-cjbAhWHdpoKHfEiBjsQ\\_AUICigB&biw=1229&bih=555#imgcr=R-hrBTM8hdybDM](https://www.google.hr/search?q=ba%C4%87inska+jezera&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjX7LLS-cjbAhWHdpoKHfEiBjsQ_AUICigB&biw=1229&bih=555#imgcr=R-hrBTM8hdybDM)., Datum pristupa: 07.05.2018

[34] GROBNIČKO POLJE Dostupno na:  
[https://www.google.hr/search?q=grobni%C4%8Dko+polje&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjn4ef2-cjbAhWCxaYKHUYoD0IQ\\_AUICigB&biw=1229&bih=555#imgcr=-M1g\\_Wf\\_GUHNjM](https://www.google.hr/search?q=grobni%C4%8Dko+polje&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjn4ef2-cjbAhWCxaYKHUYoD0IQ_AUICigB&biw=1229&bih=555#imgcr=-M1g_Wf_GUHNjM)., Datum pristupa: 07.05.2018.

## POPIS SLIKA:

Slika 1. Plitvička jezera .....	2
Slika 2. Umjetno jezero Jhonghua i Peručko jezero s branom .....	3
Slika 3. Bajkalsko jezero .....	4
Slika 4. Nemi jezero.....	5
Slika 5. Ledenjačko jezero .....	5
Slika 6. Modro jezero.....	6
Slika 7. Jezero Siljan.....	7
Slika 8. Karta prirodnih i umjetnih jezera u Hrvatskoj .....	9
Slika 9. Kopačko jezero .....	8
Slika 10. Slapovi Plitvičkih jezera.....	12
Slika 11. Mahovina sa žućkastim osedrenim dijelovima i mladom živom zelenom bojom .....	14
Slika 12. Crveno jezero.....	15
Slika 13. Modro jezerokad je presušilo poslužilo je kao nogometni teren .....	16
Slika 14. Topografski profil Crvenog i Modrog jezera .....	16
Slika 15. Faze razvitka Crvenog i Modrog jezera .....	18
Slika 16. Vransko jezero kod Biograda .....	19
Slika 17. Vransko jezero na otoku Cresu.....	21
Slika 18. Prukljansko jezero .....	22
Slika 19. Baćinska jezera .....	23
Slika 20. Grobničko polje .....	24

## **POPIS TABLICA:**

Tablica 1. Podatci o površini, nadmorskoj visini i najvećoj dubini naših poznatih i manje poznatih prirodnih jezera .....	10
---	----